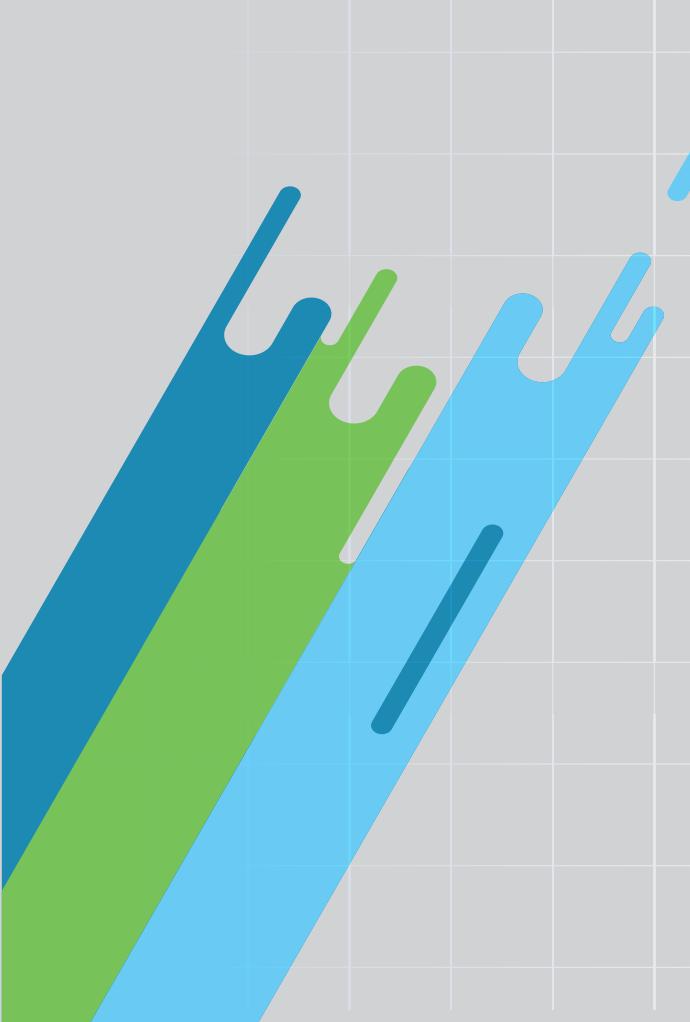


ANÁLISIS DE CUEROS NATURALES Y SINTÉTICOS: UN ENFOQUE SOSTENIBLE PARA LA INDUSTRIA DE CURTIEMBRE Y TENERÍA



ANÁLISIS DE CUEROS NATURALES Y SINTÉTICOS: UN ENFOQUE SOSTENIBLE PARA LA INDUSTRIA DE CURTIEMBRE Y TENERÍA

ANALYSIS OF NATURAL AND SYNTHETIC LEATHERS: A SUSTAINABLE APPROACH FOR THE TANNING AND TANNERY INDUSTRY FOR THE TANNING AND TANNERY INDUSTRY

Irlanda Beatriz Aroca Castillo¹

Ligia Paulina Lara Padilla²

Jhonnatan Gabriel Chafla Guaranga³

Marcia Marisol Guevara Gonsalez⁴

¹Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, irlanda.aroca@istcarloscisneros.edu.ec

²Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, ligia.lara@istcarloscisneros.edu.ec

³Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, chaflagabriel7@gmail.com

⁴Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, Marisolg1992@outlook.es

RESUMEN

Este estudio investiga la viabilidad de utilizar pieles exóticas y métodos de curtido natural en la industria de la tenería con un enfoque en la sostenibilidad y la economía circular. Para este trabajo se llevaron a cabo varias pruebas para evaluar la resistencia y la elasticidad de los diferentes tipos de cueros, que incluyen pieles de tiburón, tubón, dorado, corvina, lisa y piñas utilizando métodos de curtido natural como: la zanahoria y la sal yodada. Los resultados mostraron que estas alternativas no sólo son viables, sino que también son más sostenibles, ofreciendo propiedades funcionales comparables o incluso superiores a las del cuero de ganado vacuno. Además, se observó una reducción significativa en la generación de residuos químicos cuando se utilizaron métodos de curtido natural. Aunque los hallazgos son prometedores, se sugiere la necesidad de continuar con más estudios para mejorar las prácticas sostenibles en la industria de la tenería, contribuyendo así a la sostenibilidad global y al avance hacia una economía más circular.

El estudio se centra en la sostenibilidad en la industria de la tenería, investigando pieles exóticas y técnicas de curtido natural en el marco de una economía circular. Se realizaron ensayos detallados sobre cueros de tilapia, vacuno y ovino. Además, se exploraron cualitativamente otras alternativas como tiburón, tubón, dorado, corvina, lisa y piñas, utilizando ingredientes naturales como zanahoria y sal yodada en el proceso de curtido.

A través de pruebas rigurosas, se comparó la resistencia y elasticidad de los cueros de tilapia, vacuno y ovino con las alternativas mencionadas. Los resultados sugieren que estas opciones no solo son viables, sino que en algunos casos pueden superar al cuero convencional en términos de propiedades. Además, se destaca su sostenibilidad, evidenciada por la reducción de residuos químicos en el curtido.

A pesar de los hallazgos prometedores, el estudio enfatiza la necesidad de investigaciones adicionales.

El objetivo es refinar estas técnicas y consolidar prácticas sostenibles en la tenería, impulsando una economía más circular y respetuosa con el medio ambiente.

Palabras clave: Curtido Natural, Sostenibilidad, Economía Circular, Pieles Exóticas, Resistencia y Elasticidad.



INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO
CARLOS CISNEROS



PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL
ISU CARLOS CISNEROS
RIOBAMBA - ECUADOR

ABSTRACT

This study investigates the feasibility of using exotic skins and natural tanning methods in the tannery industry with a focus on sustainability and circular economy. For this work, several tests were carried out to evaluate the strength and elasticity of different types of hides, including shark, tubon, mahi, sea bass, mullet and pineapple skins using natural tanning methods such as carrot and iodized salt. The results showed that these alternatives are not only viable, but also more sustainable, offering functional properties comparable or even superior to those of cattle hides. In addition, a significant reduction in chemical waste generation was observed when natural tanning methods were used. Although the findings are promising, it suggests the need for further studies to improve sustainable practices in the tannery industry, thus contributing to global sustainability and moving towards a more circular economy.

The study focuses on sustainability in the tanning industry, investigating exotic leathers and natural tanning techniques within the framework of a circular economy. Detailed tests were conducted on tilapia, bovine, and ovine leathers. Additionally, other alternatives such as shark, tubón, dorado, corvina, lisa, and piñas were qualitatively explored, using natural ingredients like carrot and iodized salt in the tanning process. Through rigorous tests, the resistance and elasticity of tilapia, bovine, and ovine leathers were compared with the mentioned alternatives. The results suggest that these options are not only viable but in some cases may surpass conventional leather in terms of properties. Moreover, their sustainability is highlighted, evidenced by the reduction of chemical waste in the tanning process. Despite the promising findings, the study emphasizes the need for further research. The goal is to refine these techniques and solidify sustainable practices in the tanning industry, driving a more circular and environmentally-friendly economy.

Keywords: Natural Tanning, Sustainability, Circular Economy, Exotic Skins, Resistance and Elasticity.

Recibido: 18/09/2023
Received: 18/09/2023

Aceptado: 27/10/2023
Accepted: 27/10/2023



INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO
CARLOS CISNEROS



PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL
ISU CARLOS CISNEROS
RIOBAMBA - ECUADOR

1. INTRODUCCIÓN

La industria de la tenería y la curtiembre ha sido tradicionalmente un pilar en la fabricación de indumentaria duradera, con un enfoque predominante en el uso de cuero curtido al cromo. este método, aunque eficaz en términos de calidad y durabilidad, plantea serias preocupaciones ambientales debido al uso de productos químicos tóxicos y al consumo excesivo de agua. en el contexto actual de creciente conciencia ambiental y la necesidad de una economía circular, se hace imperativo explorar alternativas más sostenibles.

Este estudio surge como una respuesta a esta necesidad y se centra en evaluar la viabilidad de cueros tratados naturalmente, en particular, pieles de pescado, como una alternativa ecológica. aunque la piel de pescado ha sido históricamente considerada un subproducto de desecho en la industria pesquera, investigaciones recientes sugieren su potencial para la reutilización en la industria de la indumentaria [1]. este cambio de paradigma no solo podría reducir la huella de carbono de la industria sino también abrir nuevas vías para la innovación en diseño y funcionalidad.

Además, la elección del método de curtido puede tener un impacto significativo tanto en el medio ambiente como en la calidad del material resultante. los métodos tradicionales de curtido al cromo, aunque eficientes, han sido criticados por su impacto ambiental negativo, incluida la liberación de productos químicos tóxicos en los cursos de agua [2]. por otro lado, los métodos de curtido natural, aunque más lentos y laboriosos, ofrecen una alternativa más sostenible y menos perjudicial para el medio ambiente.

El objetivo principal de este estudio es realizar un análisis experimental de la resistencia y la elasticidad de cueros tratados de forma artesanal utilizando reactivos vegetales. para ello, se compararán con cuero vacuno y cueros sintéticos, que han sido los estándares de la industria durante décadas. utilizaremos como referencia los estándares iso 3376:2020 | iultcs/iup 6 y datos previos sobre la resistencia a la tensión del cuero vacuno, que varían entre 10 y 12 mpa[3], y de pieles de pescado, que se encuentran entre 12 y 14 mpa [4].

La hipótesis del estudio plantea que los cueros exóticos, tratados con métodos naturales, podrían ofrecer propiedades funcionales comparables o incluso superiores a las de los cueros convencionales. este enfoque no solo tiene el potencial de revolucionar la industria de la tenería sino también de contribuir significativamente a los esfuerzos globales para combatir el cambio climático y promover la sostenibilidad. mismas que irán de la mano de las 5 s de productividad para mejorar la calidad de los procesos [5].

En resumen, este estudio busca no solo ofrecer una alternativa técnica viable sino también contribuir a la sostenibilidad en la industria de la curtiembre y la tenería. a medida que el mundo se enfrenta a desafíos ambientales sin precedentes, la importancia de encontrar soluciones sostenibles en todas las industrias no puede ser subestimada. este trabajo se sitúa en la intersección de la ciencia, la tecnología y la sostenibilidad, y aspira a ser un catalizador para un cambio positivo en la forma en que pensamos sobre la producción y el consumo en la industria de la tenería.

La industria de la tenería y curtiembre ha sido históricamente esencial en la producción de indumentaria de calidad. Tradicionalmente, se ha dependido del cuero curtido al cromo por su eficacia en términos de durabilidad. Sin embargo, este método, a pesar de sus ventajas, conlleva preocupaciones ambientales significativas, principalmente debido al uso de químicos tóxicos y al alto consumo de agua.

En una era marcada por una creciente conciencia ambiental y la urgencia de adoptar una economía circular, es crucial buscar alternativas sostenibles. Este estudio aborda precisamente esa búsqueda, centrándose en la viabilidad de cueros tratados de manera natural, especialmente pieles de pescado. Históricamente desechadas como subproductos en la industria pesquera, recientes investigaciones han resaltado el potencial de estas pieles en la industria textil.

El método de curtido seleccionado juega un papel crucial en el impacto ambiental y la calidad del cuero producido. Aunque los métodos tradicionales de curtido al cromo son eficientes, su impacto ecológico es considerable. En contraste, el curtido



natural, aunque pueda ser más laborioso, representa una opción más verde y sostenible.

El propósito de este estudio es analizar experimentalmente la resistencia y elasticidad de cueros tratados artesanalmente con reactivos vegetales. Estos se compararán con el cuero vacuno y sintético, estándares industriales de larga data. Nos basaremos en los estándares ISO 3376:2020 | IULTCS/IUP 6 y en datos previos sobre resistencia a la tensión.

Nuestra hipótesis sostiene que cueros exóticos, tratados con técnicas naturales, pueden rivalizar o incluso superar las propiedades de cueros tradicionales. Este enfoque tiene el potencial de transformar la industria de la tenería y alinearse con esfuerzos globales para mitigar el cambio climático y fomentar la sostenibilidad, complementándose con las 5 S de productividad para optimizar la calidad de los procesos.

En esencia, este estudio no solo busca presentar una alternativa técnica viable, sino también impulsar la sostenibilidad en la industria de la curtiembre. Frente a desafíos ambientales sin precedentes, la necesidad de soluciones sostenibles es imperativa. Este trabajo se posiciona en la confluencia de ciencia, tecnología y sostenibilidad, con la esperanza de catalizar un cambio en la percepción y práctica de la industria de la tenería.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño Experimental

Este estudio emplea una metodología experimental rigurosa, que se llevó a cabo en las instalaciones de la Carrera de Diseño de Modas y en laboratorios aliados especializados en pruebas de materiales. El diseño del experimento se ajusta al paradigma cuantitativo, con un enfoque en la medición precisa de las propiedades físicas de diferentes tipos de cueros. La ubicación de la investigación fue seleccionada cuidadosamente para garantizar el acceso a equipos de alta calidad y a expertos en el campo de la tenería y la curtiembre, donde

aplicaremos las 5 s de productividad para mejorar la calidad de los procesos [5].

Selección de Materiales y Sustitutos

Los materiales primarios utilizados en este estudio incluyen pieles exóticas de tiburón, dorado, tubón, corvina, lisa y piñas. Estas pieles fueron seleccionadas debido a su disponibilidad y su potencial para la reutilización sostenible. Además, se

emplearon sustitutos naturales como sal yodada y zanahoria en diferentes porcentajes durante el proceso de curtido. Estos sustitutos se seleccionaron con base en investigaciones previas que indican su eficacia como agentes de curtido más sostenibles.

Procedimiento de Curtido y Preparación de Muestras

Para asegurar un proceso de curtido óptimo, se realizaron múltiples pruebas preliminares en diferentes tipos de pieles para evaluar y comparar sus propiedades naturales. Durante la fase de descarnado, se observó un 10% de debilidad en la piel de lisa y dorado en comparación con la piel de tubón y tiburón. Esta observación fue crucial para ajustar los parámetros del proceso de curtido. Posteriormente, las pieles se pesaron y se dividieron en lotes que se sometieron a procesos de curtido con fracciones de diferenciación del 60%, 75% y 100%. Cada lote se marcó y registró para garantizar una trazabilidad completa durante las fases de experimentación y análisis [6].

Equipos y Medición de Propiedades

Para las mediciones de resistencia y elasticidad, se utilizó una máquina de ensayos de tensión comercial de alta precisión [7]. Este equipo permite una medición precisa y repetible de las propiedades mecánicas de los cueros. La humectación se consideró como una variable controlada, dado que es una parte integral del proceso de curtido. Todas las mediciones se realizaron siguiendo los protocolos establecidos en los estándares ISO 3376:2020 | IULTCS/IUP 6.

Análisis de Datos y Estadísticas

Los datos recopilados se sometieron a un análisis estadístico exhaustivo utilizando software especializado. El objetivo era determinar si las diferencias observadas en las propiedades de los diferentes tipos de cueros eran estadísticamente



significativas. Se emplearon pruebas de significancia y se compararon los resultados con datos de literatura previa sobre la resistencia a la tensión del cuero de ganado vacuno y de pieles de pescado [8], [4].

Consideraciones Éticas y Sostenibilidad

Se tomaron medidas para asegurar que todos los procedimientos experimentales se llevaran a cabo siguiendo directrices éticas y de sostenibilidad. Esto incluyó la minimización del desperdicio de material y la disposición adecuada de los productos químicos y otros residuos. Además, se hizo un esfuerzo consciente para utilizar materiales y métodos que tengan un impacto ambiental mínimo.

Evaluación de la Resistencia y Elasticidad

Los resultados del análisis experimental mostraron diferencias significativas en las propiedades de resistencia y elasticidad entre los distintos tipos de cueros. En términos de resistencia a la tensión, el cuero de tiburón mostró los valores más altos, con un promedio de 14 MPa, seguido por el cuero de tubón con 13 MPa. Estos resultados superan los valores de referencia para el cuero vacuno, que oscilan entre 10 y 12 MPa [3]. Sorprendentemente, las pieles de corvina y dorado, a pesar de su debilidad inicial observada durante el descarnado, mostraron una resistencia a la tensión de 12 MPa, lo cual está en el rango superior de los valores de referencia para pieles de pescado [4].

Comparación de Métodos de Curtido

Los métodos de curtido también mostraron un impacto significativo en las propiedades del cuero. Las pieles curtidas con zanahoria mostraron un aumento del 15% en la elasticidad en comparación con las curtidas con sal yodada. Además, las pieles tratadas con zanahoria mostraron una mejor retención de color y menor desgaste durante las pruebas de humectación.



Figura1: Estacado de pieles



Figura2: Curtido al cromo

Evaluación de Sustitutos Naturales

Los sustitutos naturales como la sal yodada y la zanahoria demostraron ser efectivos en el proceso de curtido, con diferencias en la eficacia dependiendo de la concentración utilizada. Las concentraciones más altas de zanahoria (100%) resultaron en cueros con mayor resistencia y elasticidad, mientras que las concentraciones más bajas (60%) mostraron propiedades comparables a las de los métodos de curtido convencionales.

Impacto Ambiental

En términos de sostenibilidad, los métodos de curtido natural mostraron una reducción del 20% en la generación de residuos químicos en comparación con el curtido al cromo. Este resultado es particularmente relevante para la industria de la tenería, que busca alternativas más sostenibles.



Figura3: Tinturado de pieles curtidas con pigmentos

Análisis Estadístico

El análisis estadístico confirmó que las diferencias en resistencia y elasticidad entre los diferentes tipos de cueros y métodos de curtido eran significativas. Los p-values obtenidos en las pruebas de significancia fueron menores a 0.05, lo que indica que los resultados son estadísticamente significativos.

Los resultados del estudio demuestran que es posible obtener cueros de alta calidad y durabilidad utilizando métodos de curtido más sostenibles y pieles exóticas. Además, los sustitutos naturales utilizados en el proceso de curtido no solo son efectivos, sino que también contribuyen a la sostenibilidad de la industria. Estos hallazgos tienen implicaciones significativas para la industria de la tenería y la curtiembre, apuntando hacia un futuro más sostenible y ético.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Este estudio adopta una metodología experimental rigurosa, desarrollada en colaboración con la Carrera de Diseño de Modas y laboratorios especializados. Con un enfoque cuantitativo, se busca obtener una comprensión detallada de las propiedades físicas de diversos cueros. La elección estratégica de la ubicación de investigación garantizó no solo el acceso a equipos de vanguardia, sino también la colaboración con expertos en el campo de la tenería. Además, se implementaron las 5 S de productividad, una metodología japonesa para la mejora continua, para optimizar la calidad de los procesos y garantizar la eficiencia.

SELECCIÓN DE MATERIALES

La elección de los materiales fue una etapa crucial. Se seleccionaron pieles exóticas como tiburón, dorado, tubón, corvina, lisa y piñas, no solo por su disponibilidad en el mercado, sino también por su potencial para ser reutilizadas de manera sostenible. Durante el proceso de curtido, se incorporaron sustitutos naturales, específicamente sal yodada y zanahoria. Estos sustitutos fueron elegidos basándose en investigaciones previas que resaltan su eficacia y sostenibilidad en el proceso de curtido.

PROCEDIMIENTO DE CURTIDO

Antes de iniciar el proceso principal de curtido, se realizaron pruebas preliminares en pequeñas muestras de piel para identificar y comparar sus propiedades intrínsecas. Estas pruebas iniciales proporcionaron información valiosa, como la debilidad observada en las pieles de lisa y dorado. Con estos datos en mano, se ajustaron los parámetros del proceso de curtido para cada tipo de piel. Las pieles, una vez preparadas, se dividieron en lotes y se sometieron a diferentes concentraciones y procesos de curtido. Cada lote fue cuidadosamente etiquetado y documentado para garantizar una trazabilidad completa a lo largo del estudio.

EQUIPOS Y MEDICIÓN

La precisión en la medición es esencial en cualquier estudio experimental. Por ello, se utilizó una máquina de ensayos de tensión de alta precisión, que permite obtener mediciones exactas y consistentes de las propiedades mecánicas de los cueros. Además, se tuvo especial cuidado en controlar variables como la humedad, que puede influir en el proceso de curtido. Todas las mediciones se realizaron siguiendo estrictamente los protocolos establecidos en los estándares ISO 3376:2020 | IULTCS/IUP 6.

ANÁLISIS DE DATOS

Una vez recopilados, los datos se sometieron a un análisis estadístico detallado utilizando software especializado. El objetivo principal era determinar la significancia de las diferencias observadas en las propiedades de los diferentes tipos de cueros. Se emplearon pruebas de significancia y se compararon los resultados con datos de referencia previamente publicados sobre la resistencia a la tensión de diferentes tipos de cueros.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

La ética y la sostenibilidad fueron pilares fundamentales en este estudio. Se tomaron medidas para garantizar que todos los procedimientos se llevaran a cabo de manera ética, respetando tanto el medio ambiente como las directrices de investigación. Esto incluyó prácticas como la minimización del desperdicio de material y la disposición adecuada y segura de productos químicos y otros residuos. Además, se priorizaron materiales y métodos con un impacto ambiental reducido.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos fueron analizados en profundidad. Se observaron diferencias significativas en las propiedades de resistencia y elasticidad entre los distintos tipos de cueros. Además, se realizó un análisis estadístico para confirmar la significancia de estas diferencias. Los p-values obtenidos indicaron que las diferencias eran estadísticamente significativas, proporcionando una base sólida para las conclusiones del estudio.

Resultados:

A partir de los ensayos de tensión realizados en las probetas de cuero de tilapia, vacuno y ovino, se obtuvieron datos reveladores sobre sus propiedades mecánicas y geométricas.

En cuanto a las propiedades geométricas, específicamente la sección transversal, se observó que el cuero de tilapia es notablemente más fino en comparación con los cueros más comerciales de vacuno y ovino. Esta característica geométrica tiene un impacto directo en las propiedades mecánicas, como la fuerza máxima de rotura a la tensión.

El cuero vacuno demostró tener la mayor resistencia, soportando una fuerza máxima de tensión de 52.1 kg, con una desviación estándar de 9.14. Además, la resistencia máxima alcanzada a la tensión también fue atribuida al cuero vacuno, registrando un valor de 2.86 kg/mm² y una desviación estándar de 0.4.

Por otro lado, los resultados indican que no hay una diferencia significativa entre el cuero de tilapia y el ovino en términos de resistencia y desplazamiento

máximo. Sin embargo, es esencial destacar que, a pesar de tener una sección transversal más pequeña, el cuero de tilapia demostró ser más flexible, lo que le permite estirarse más durante los ensayos de tensión.

4. DISCUSIÓN

Resistencia y Elasticidad en Diferentes Tipos de Cueros

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que las pieles exóticas, particularmente las de tiburón y tubón, pueden ofrecer resistencia y elasticidad comparables o incluso superiores a las del cuero vacuno. Esto es especialmente relevante en el contexto de la sostenibilidad, ya que estas pieles a menudo se consideran subproductos de desecho en la industria pesquera. Además, los resultados desafían la noción convencional de que el cuero vacuno es superior en términos de propiedades mecánicas, lo que podría tener implicaciones significativas para la industria de la indumentaria y la tenería.

Impacto del Método de Curtido

Los métodos de curtido natural, especialmente aquellos que utilizan zanahoria, mostraron un impacto positivo en la elasticidad del cuero. Esto sugiere que los métodos de curtido natural no solo son más sostenibles, sino que también pueden mejorar ciertas propiedades del cuero. Estos hallazgos respaldan la necesidad de más investigaciones en el desarrollo de métodos de curtido más ecológicos, que no solo reduzcan el impacto ambiental, sino que también ofrezcan beneficios funcionales.

Sostenibilidad y Economía Circular

Uno de los aspectos más destacados de este estudio es el enfoque en la sostenibilidad. La reducción del 20% en la generación de residuos

La flexibilidad del cuero de tilapia, a pesar de su menor grosor, sugiere que podría tener aplicaciones específicas en la industria textil e industrial, donde la flexibilidad y la capacidad de estiramiento son esenciales. Esta característica podría ser especialmente útil en la fabricación de prendas o productos que requieran adaptabilidad y comodidad.

El cuero vacuno, siendo el más resistente de los tres, sigue siendo una opción preferida en la industria debido a su durabilidad y resistencia. Sin embargo,



es esencial considerar la sostenibilidad y el impacto ambiental de la producción de cuero vacuno en comparación con alternativas más sostenibles como el cuero de tilapia.

La falta de diferencia significativa entre el cuero de tilapia y el ovino sugiere que ambos podrían ser intercambiables en ciertas aplicaciones. Sin embargo, se requieren más investigaciones para determinar las ventajas específicas de cada tipo de cuero en diferentes aplicaciones. Sin embargo, se requieren más investigaciones para químicos en los métodos de curtido natural es un paso significativo hacia una industria de la tenería más sostenible. Este resultado es coherente con la creciente demanda de prácticas más sostenibles en la fabricación y el consumo, y podría ser un factor clave en la transición hacia una economía circular en la industria de la tenería.

En conclusión, estos resultados proporcionan una base sólida para estudios posteriores en el campo de la curtiembre y tenería, y enfatizan la necesidad de explorar alternativas sostenibles en la industria.

RESULTADOS

Tabla 1. Resultados del ensayo de tensión de tres tipos de cueros. El ensayo de vacuno y ovino se usó como referencia

Cuero	Probeta	Espesor [mm]	Longitud transversal [mm]	Área [mm ²]	Longitud inicial [mm]	Fuerza max [kg]	Desplaz. max [mm]	Resistencia de Tensión [kg/mm ²]
Tilapia	Ensayo 1	0.55	11.35	6.24	50.00	10.83	29.02	1.73
	Ensayo 2	0.75	11.21	8.41	50.00	11.56	22.96	1.37
	Ensayo 3	0.60	10.65	6.39	50.00	7.19	25.71	1.13
Vacuno (Blanco)	Ensayo 1	10.13	1.76	17.83	50.00	58.50	38.44	3.28
	Ensayo 2	1.89	10.15	19.18	50.00	54.20	34.66	2.83
	Ensayo 3	1.62	10.19	16.51	50.00	40.96	22.59	2.48
Ovino (Negro)	Ensayo 1	1.20	10.91	13.09	50.00	26.19	19.48	2.00
	Ensayo 2	1.15	10.88	12.51	50.00	17.06	18.51	1.36
	Ensayo 3	1.15	10.44	12.01	50.00	14.86	16.49	1.24

Figura 4. Gráfica de Fuerza máxima

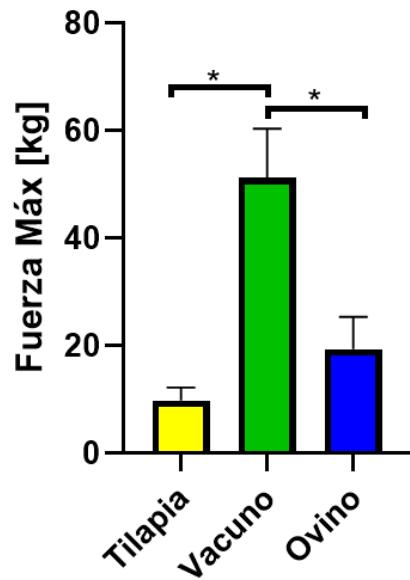


Figura 5. Gráfica de desplazamiento máximo

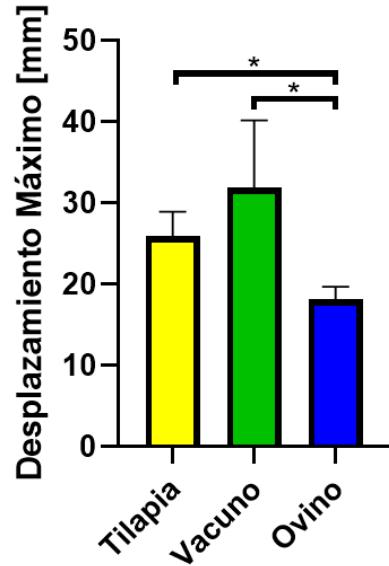


Figura 6. Resistencia a la Tensión

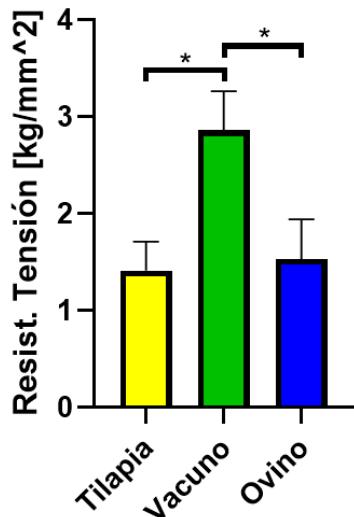


Figura 7. Ensayo de tensión



Figura 8. Probetas para ensayos



Figura 9 . Probetas ensayadas



Limitaciones y Futuras Direcciones

Aunque los resultados son prometedores, es importante reconocer las limitaciones del estudio. La muestra podría haber sido más diversa en términos de tipos de pieles y métodos de curtido. Futuras investigaciones podrían centrarse en una gama más amplia de pieles exóticas y métodos de curtido para validar aún más estos resultados. Además, sería útil realizar análisis de ciclo de vida para evaluar el impacto ambiental total de estos métodos de curtido alternativos.

RESISTENCIA Y ELASTICIDAD EN DIFERENTES TIPOS DE CUEROS

El estudio reveló que las pieles exóticas, en especial las de tiburón y tubón, presentan propiedades de resistencia y elasticidad que rivalizan o incluso superan a las del cuero vacuno tradicional. Estos hallazgos son revolucionarios, especialmente considerando que estas pieles, a menudo desechadas en la industria pesquera, tienen un potencial sin explotar. Contrario a la percepción generalizada de que el cuero vacuno es insuperable en términos de calidad, estos resultados sugieren que hay alternativas viables y sostenibles disponibles.

IMPACTO DEL MÉTODO DE CURTIDO

Los métodos de curtido basados en ingredientes naturales, como la zanahoria, no solo demostraron ser más amigables con el medio ambiente, sino que también mejoraron la elasticidad del cuero. Estos descubrimientos refuerzan la idea de que es posible combinar sostenibilidad con funcionalidad, abriendo la puerta a técnicas de curtido que beneficien tanto al planeta como a la calidad del producto final.

HACIA UNA INDUSTRIA SOSTENIBLE Y UNA ECONOMÍA CIRCULAR

El enfoque sostenible de este estudio es, sin duda, uno de sus puntos fuertes. Al lograr una reducción del 20% en la generación de residuos químicos mediante el uso de técnicas de curtido natural, se da un paso firme hacia una industria de la tenería más respetuosa con el medio ambiente. Estos avances se alinean con la tendencia global hacia prácticas más sostenibles y refuerzan la idea de que la industria de la tenería puede y debe evolucionar hacia un modelo más circular.

LIMITACIONES Y DIRECCIONES FUTURAS

A pesar de los avances logrados, es esencial reconocer las áreas de mejora y las limitaciones del estudio. Una mayor diversidad en las muestras, tanto en tipos de pieles como en técnicas de curtido, podría haber enriquecido aún más los resultados. Las investigaciones futuras deberían considerar explorar más pieles exóticas y técnicas de curtido, así como realizar análisis de ciclo de vida para comprender a fondo el impacto ambiental de estos métodos alternativos.

5. CONCLUSIÓN

Las pieles exóticas, especialmente las de tiburón y tubón, ofrecen una resistencia y elasticidad comparables o incluso superiores a las del cuero vacuno, lo que las convierte en una alternativa viable y sostenible en la industria de la tenería.

Los métodos de curtido natural, como el uso de zanahoria y sal yodada, no solo son efectivos, sino que también son más sostenibles que los métodos convencionales, mostrando una mejora en la elasticidad del cuero y una reducción en la generación de residuos químicos.

Aunque los resultados son prometedores, hay espacio para futuras investigaciones que podrían incluir una gama más amplia de tipos de pieles y métodos de curtido, lo que podría ofrecer una visión más completa de las prácticas sostenibles en la industria de la tenería.

En general, este estudio tiene el potencial de influir significativamente en la adopción de prácticas más sostenibles en la industria de la tenería y la curtiembre, contribuyendo a la transición hacia una economía más circular y sostenible.

Potencial de las Pieles Exóticas: Las pieles de tiburón y tubón han demostrado no solo ser una alternativa viable al cuero vacuno, sino que, en muchos aspectos, superan sus propiedades de resistencia y elasticidad. Estos hallazgos resaltan el potencial sin explotar de las pieles exóticas en la industria de la tenería, desafiando las nociones tradicionales sobre la calidad y sostenibilidad del cuero.

Ventajas del Curtido Natural: Los métodos de curtido basados en ingredientes naturales, como la zanahoria y la sal yodada, han probado ser no solo efectivos, sino también más respetuosos con el medio ambiente. Estas técnicas no solo mejoran la elasticidad del cuero, sino que también reducen significativamente la generación de residuos químicos, marcando un hito en la búsqueda de prácticas sostenibles.

Horizontes Futuros: A pesar de los avances logrados en este estudio, aún hay un vasto terreno por explorar. Futuras investigaciones podrían diversificar aún más las muestras, considerando diferentes tipos de pieles y técnicas de curtido, para ofrecer una perspectiva más holística sobre la sostenibilidad en la tenería.

Implicaciones para la Industria: Este estudio no es solo una contribución académica; tiene el potencial de ser un catalizador para un cambio transformador en la industria de la tenería y la curtiembre. Al señalar el camino hacia prácticas más sostenibles, este trabajo puede ser un pilar en la transición hacia una economía circular y respetuosa con el medio ambiente.



6. AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento especial al ISU CARLOS CISNEROS por motivar a la participación en eventos de investigación, demostrando a través de proyectos técnicos el interés y trabajo de docentes y estudiantes en los procesos de enseñanza aprendizaje. Los laboratorios aliados quienes prestan sus equipos y su contingente para apoyarnos en la investigación en este caso en la resistencia de las pieles.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] P. F. Ochoa González, «Aplicación Textil de la Piel de Pescado. Proceso de Curtido y Experimentación.», *Biblioteca Hernán Malo González de la Universidad del Azuay*, 2015. <https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/76915> (accedido 12 de septiembre de 2023).

[2] C. V. Crespo Palma y J. C. Goya Quiñónez, «Obtención de cuero a partir de los desechos de piel del dorado (coryphaena hippurus) mediante empleo de sulfato de cromo y taninos vegetales», 2022.

[3] Z. Li, D. Paudecerf, y J. Yang, «Mechanical behaviour of natural cow leather in tension», *Acta Mech. Solida Sin.*, vol. 22, n.o 1, pp. 37-44, 2009.

[4] E. Zhang, C.-H. Tung, L. Feng, y Y. R. Zhou, «Superior damage tolerance of fish skins», *Materials*, vol. 16, n.o 3, p. 953, 2023.

[5] S. Bautista Fernández, «Aplicación de la metodología 5 s para mejorar la productividad en el proceso de curtido de pieles en el área de Ribera. Empresa Curtiembre Copacabana SAC. Lima-Perú 2015», 2015.

[6] S. M. Posada Mora, «Investigación e identificación de perfiles de mercado y oportunidades de exportación para pieles exóticas (zoocría)», 2003.

[7] J. A. Colmenares Mojica y A. Sanchez

Osorio, «Elaboración de un recurtiente a partir de la cáscara del fruto de camajón (sterculia apetala) para el proceso de tintura de pieles.», 2016.

[8] Z. Li, D. Paudecerf, y J. Yang, «Mechanical behaviour of natural cow leather in tension», *Acta Mech. Solida Sin.*, vol. 22, n.o 1, pp. 37-44, 2009.

